

**PHYSICAL VALUE DETECTING SENSOR**

Patent Number: JP11304834  
Publication date: 1999-11-05  
Inventor(s): KASHIWAGI TAKAYOSHI; ABE MAKOTO  
Applicant(s):: MITSUMI ELECTRIC CO LTD  
Requested Patent: ☐ JP11304834  
Application Number: JP19980128254 19980422  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G01P15/125 ; G01C19/56 ; G01L5/16 ; G01P9/04  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide, with simple configuration, a physical value detecting sensor that can detect at least two of acceleration in triaxial directions and angular velocity about three axes.

**SOLUTION:** A physical quantity sensor 1A has an element 3 provided on a substrate. The element 3 comprises a mass section 31 in a quadrilateral in plan view and support members 32 provided on its four corners. Each support member 32 is a bent bar in an L-shape and each of its end is fixed to four fixing portions 33 respectively provided on the substrate 2. Each support member 32 is elastically deformable, which is able to independently displace the mass portion 31 in X-axis, Y-axis and Z-axis directions relative to the substrate 2. The mass portion 31 is excited in the X-axis direction by a driving electrode 41, and four kinds of physical values in total can be detected by the Y-axis directional detection electrode 42 and the Z-axis directional detection electrode, i.e., angular velocity about the Y-axis and acceleration, and angular velocity about the Z-axis and acceleration.

---

JP-A-11-304834

[Claim 1] A physical quantity detecting sensor for detecting acceleration and/or angular velocity, comprising:  
a mass portion; and

a plurality of supporting members supporting the mass portion so that the mass portion can be displaced three-dimensionally.

[Claim 9] The physical quantity detecting sensor according to claim 1 or 8, wherein the supporting members are point-symmetrical or line-symmetrical with respect to a center of gravity of the mass portion.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-304834

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 P 15/125

G 0 1 P 15/125

G 0 1 C 19/56

G 0 1 C 19/56

G 0 1 L 5/16

G 0 1 L 5/16

G 0 1 P 9/04

G 0 1 P 9/04

審査請求 未請求 請求項の数9 F D (全 13 頁)

(21)出願番号

特願平10-128254

(22)出願日

平成10年(1998)4月22日

(71)出願人 000006220

ミツミ電機株式会社

東京都調布市国領町8丁目8番地2

(72)発明者 柏木 隆芳

神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機株式会社厚木事業所内

(72)発明者 阿部 誠

神奈川県厚木市酒井1601 ミツミ電機株式会社厚木事業所内

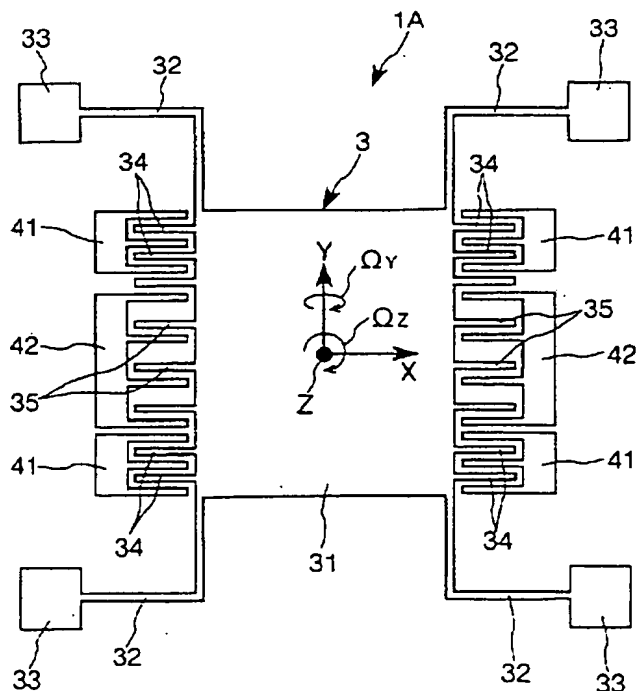
(74)代理人 弁理士 朝比 一夫 (外1名)

(54)【発明の名称】 物理量検出センサ

(57)【要約】

【課題】簡易な構成で、3軸方向の加速度および3軸回りの角速度のうちの少なくとも2つを検出することができる物理量検出センサを提供すること。

【解決手段】物理量検出センサ1Aは、基板上に設置された素子3を有している。素子3は、平面視で四角形をなす質量部31と、その4つの角部に設けられた支持部材32とを備えている。各支持部材32は、L字状に屈曲した棒状をなし、その末端部は、それぞれ基板2上に設けられた4つの固定部33に固定されている。各支持部材32は、弾性変形可能であり、これにより、基板2に対し質量部31をX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向にそれぞれ独立して変位させることができる。質量部31は、駆動電極41によりX方向に加振され、Y軸方向検出電極42とZ軸方向検出電極とにより、Y軸回りの角速度および加速度と、Z軸回りの角速度および加速度の計4種の物理量を検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 加速度および／または角速度を検出する物理量検出センサであって、

質量部と、該質量部を三次元方向に変位可能に支持する支持部材とを備えていることを特徴とする物理量検出センサ。

【請求項2】 互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸の各軸方向の加速度および各軸回りの角速度の計6つの物理量のうちの少なくとも2つを検出する物理量検出センサであって、

質量部と、該質量部を三次元方向に変位可能に支持する支持部材とを備えていることを特徴とする物理量検出センサ。

【請求項3】 前記支持部材は、その全部または一部が弾性変形可能な弾性体で構成されている請求項1または2に記載の物理量検出センサ。

【請求項4】 前記支持部材は、前記質量部と固定部とを結ぶ最短距離を迂回するような形状をなしている請求項1ないし3のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【請求項5】 前記支持部材は、L字状に屈曲した棒状をなすものまたはこのような棒状部分を有するものである請求項1ないし4のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【請求項6】 前記支持部材は、リング状をなすものまたはこのようなリング状部分を有するものである請求項1ないし5のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【請求項7】 前記支持部材は、網目構造をなすものである請求項1ないし6のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【請求項8】 前記支持部材は、前記質量部の異なる2または3軸方向の変位をそれぞれ担う部位を有している請求項1ないし7のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【請求項9】 前記支持部材は、前記質量部の重心に対し、点対称または線対称に配置されている請求項1ないし8のいずれかに記載の物理量検出センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸のそれぞれの軸回りの角速度を検出する物理量検出センサに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】加速度センサ、角速度センサ等、慣性を検出するセンサは、例えば、自動車のエアバック、走行制御装置、バーチャルリアリティ関連の3D入力装置、各種製造機器の制御装置等に用いられている。

【0003】近年、各種機器の小型化が進む中で、それに搭載されるセンサに対しても小型化の要求が強まっている。特に人が手に持つ機器、あるいは身につける機器に用いるセンサについてはその要求が大きい。

【0004】また、自動車の走行制御装置では、従来、1軸方向のみの加速度を測定していたが、制御が高度化するに伴い多軸方向の加速度、さらには角速度の測定も求められるようになってきている。

【0005】また、3D入力装置は、当初より多軸方向の加速度あるいは角速度の検出を必要としている。

【0006】以上のように、この種のセンサには、小型で多軸方向の加速度、角速度を検出できることが求められている。

【0007】従来の加速度センサや角速度センサは、3軸（互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸）のうちの1の軸に対する加速度または1つの軸回りの角速度を検出するものが大部分であった。特に、1つのセンサで加速度と角速度とを検出できるものは存在しなかった。

【0008】そのため、複数の軸方向の加速度および複数の軸回りの角速度を検出するためには、それに応じた数のセンサとを必要とした。その結果、構造の複雑化、装置の大型化を招き、また、部品点数の増加による信頼性の低下等の問題が生じていた。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、簡易な構成で、3軸方向の加速度および3軸回りの角速度のうちの少なくとも2つを検出することができる物理量検出センサを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】このような目的は、下記（1）～（9）の本発明により達成される。

【0011】（1） 加速度および／または角速度を検出する物理量検出センサであって、質量部と、該質量部を三次元方向に変位可能に支持する支持部材とを備えていることを特徴とする物理量検出センサ。

【0012】（2） 互いに直交するX軸、Y軸およびZ軸の各軸方向の加速度および各軸回りの角速度の計6つの物理量のうちの少なくとも2つを検出する物理量検出センサであって、質量部と、該質量部を三次元方向に変位可能に支持する支持部材とを備えていることを特徴とする物理量検出センサ。

【0013】（3） 前記支持部材は、その全部または一部が弾性変形可能な弾性体で構成されている上記

（1）または（2）に記載の物理量検出センサ。

【0014】（4） 前記支持部材は、前記質量部と固定部とを結ぶ最短距離を迂回するような形状をなしている上記（1）ないし（3）のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0015】（5） 前記支持部材は、L字状に屈曲した棒状をなすものまたはこのような棒状部分を有するものである上記（1）ないし（4）のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0016】（6） 前記支持部材は、リング状をなすものまたはこのようなリング状部分を有するものである

上記(1)ないし(5)のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0017】(7) 前記支持部材は、網目構造をなすものである上記(1)ないし(6)のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0018】(8) 前記支持部材は、前記質量部の異なる2または3軸方向の変位をそれぞれ担う部位を有している上記(1)ないし(7)のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0019】(9) 前記支持部材は、前記質量部の重心に対し、点対称または線対称に配置されている上記(1)ないし(8)のいずれかに記載の物理量検出センサ。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の物理量検出センサを添付図面に示す実施形態に基づいて詳細に説明する。

【0021】図1および図2は、それぞれ、本発明の物理量検出センサの第1実施形態を示す平面図および側面図である。なお、図1中では、基板2およびケース5の記載は省略されている。また、基板2の表面上の直交する2軸をそれぞれX軸およびY軸、基板2の厚さ方向をZ軸（これら3軸は互いに直交する）として説明する。

【0022】図1および図2に示すように、本発明の物理量検出センサ1Aは、基板（基体）2と、基板2上に設置された素子3と、素子3を覆うように設置されたケース5とを有している。

【0023】素子3は、平面視で四角形をなす質量部（振動子）31と、その4つの角部に設けられた支持部材（脚部）32とを備えている。この素子3は、例えばシリコンで構成されている。

【0024】各支持部材32は、L字状に屈曲した棒状をなし、その末端部は、それぞれ、基板2上に設けられた4つの固定部33に固定的に設置されている。すなわち、各支持部材32は、質量部21と固定部33とを結ぶ最短距離を迂回するような形状をなしている。そして、各支持部材32は、弾性変形可能であり、これにより、基板2に対し質量部31をX軸方向、Y軸方向およびZ軸方向の三次元方向にそれぞれ独立して変位することが可能なように支持している。

【0025】この場合、質量部31および各支持部材32は、基板2の上面から所定距離離間（浮上）して設置されており、また、ケース5の下面（内面）からも、同様に所定距離離間している。これらの離間距離は、質量部31がZ軸方向に最大量変位しても基板2の上面およびケース5の下面に接触しない程度とされる。

【0026】このような支持部材32は、質量部31の重心（中心）に対し、点対称および線対称に配置されている。これにより、質量部31を均一にかつ安定的に支持することができる。

【0027】質量部31のX軸方向の両側部には、質量

部31をX方向に振動させる櫛形の駆動電極41と、質量部31のY軸方向の変位を静電容量の変化として検出する櫛形のY軸方向検出電極（Z軸回りの角速度センサおよびY軸方向加速度センサ）42とが設置されている。

【0028】各駆動電極41には、質量部31の縁部に形成された櫛形電極34が非接触で対向している。各Y軸方向検出電極42には、質量部31の縁部に形成された櫛形電極35が非接触で対向している。

【0029】これらの駆動電極41およびY軸方向検出電極42は、基板2に対し固定的に設置されている。

【0030】また、質量部31の上方および下方には、質量部31のZ軸方向の変位を静電容量の変化として検出する一対の平面電極よりなるZ軸方向検出電極（Y軸回りの角速度センサおよびZ軸方向加速度センサ）43が設置されている。該Z軸方向検出電極43の一対の平面電極は、それぞれ、基板2の上面およびケース5の下面に設置、固定されている。

【0031】以上のような物理量検出センサ1Aにおける角速度の検出について説明する。

【0032】X軸方向に対向する駆動電極41、41にそれぞれ $V_t + V_d \sin(\omega t)$ 、 $V_t - V_d \sin(\omega t)$ の電圧（ $V_t$ ：直流バイアス電圧、 $V_d \sin(\omega t)$ ：駆動用交流電圧）を印加すると、それらに対応する櫛形電極34に静電気力が生じる。質量部31は、X軸方向に加振され、振動（共振）する。この場合、コリオリ力の検出感度を高めるために、X軸方向の振動の周波数は、同方向における質量部31の共振周波数にほぼ等しい周波数とされる。

【0033】この状態で、質量部31にZ軸回りの角速度（ $\Omega_z$ ）が作用すると、振動しているX軸と垂直のY軸方向にコリオリ力が発生し、質量部31はY軸方向に振動することとなる。

【0034】この振動は、Y軸方向検出電極42により静電容量の変化として検出される。すなわち、質量部31の櫛形電極35とY軸方向検出電極42との間隔が変化することにより、静電容量が変化する。

【0035】コリオリ力により生じたY軸方向の振動は、駆動電極41によるX軸方向の振動に対し、同一の周波数でかつ位相が $90^\circ$ 進んだものとなる。そして、Z軸回りの角速度の大きさは、Y軸方向の振動の振幅に対応する。これにより、Z軸回りの角速度（ $\Omega_z$ ）を検出することができる。

【0036】また、質量部31がX軸方向に振動している状態で、質量部31にY軸回りの角速度（ $\Omega_y$ ）が作用すると、振動しているX軸と垂直のZ軸方向にコリオリ力が発生し、質量部31はZ軸方向に振動することとなる。

【0037】この振動は、Z軸方向検出電極43により静電容量の変化として検出される。すなわち、質量部3

1と両Z軸方向検出電極43との間隔がそれぞれ変化することにより、静電容量が変化する。

【0038】コリオリ力により生じたZ軸方向の振動は、駆動電極41によるX軸方向の振動に対し、同一の周波数でかつ位相が $90^\circ$ 進んだものとなる。そして、Y軸回りの角速度の大きさは、Z軸方向の振動の振幅に対応する。これにより、Y軸回りの角速度( $\Omega_Y$ )を検出することができる。

【0039】次に、物理量検出センサ1Aにおける加速度の検出について説明する。質量部31の質量を $m$ とし、該質量部31にY軸方向の加速度 $\alpha_Y$ が加わると、質量部31には、慣性力 $f_Y = -m\alpha_Y$ が働く。ここで、質量部31のY方向の変位 $\Delta y$ は、加速度 $\alpha_Y$ に比例するので、Y軸方向検出電極42によりこの変位 $\Delta y$ を静電容量の変化として検出することにより、加速度 $\alpha_Y$ が求まる。従って、Y軸方向検出電極42は、前述したZ軸回りの角速度 $\Omega_Z$ を検出するとともに、Y軸方向の加速度 $\alpha_Y$ を検出する加速度センサとしても機能する。

【0040】同様に、質量部31にZ軸方向の加速度 $\alpha_Z$ が加わった場合、質量部31のZ方向の変位 $\Delta z$ は、加速度 $\alpha_Z$ に比例するので、Z軸方向検出電極43によりこの変位 $\Delta z$ を静電容量の変化として検出することにより、加速度 $\alpha_Z$ が求まる。従って、Z軸方向検出電極43は、前述したY軸回りの角速度 $\Omega_Y$ を検出するとともに、Z軸方向の加速度 $\alpha_Z$ を検出する加速度センサとして機能する。

【0041】なお、Y軸方向検出電極42から出力される信号は、前述したように加速度 $\alpha_Y$ と角速度 $\Omega_Z$ による信号が加算されたものとなり、同様に、Z軸方向検出電極43から出力される信号は、前述したように加速度 $\alpha_Z$ と角速度 $\Omega_Y$ による信号が加算されたものとなるが、これらは、例えば次のような信号処理を施すことにより、容易に分離（抽出または除去）することができる。

【0042】すなわち、X軸方向の加振周波数（＝角速度 $\Omega_Z$ により生じるコリオリ力によるY軸方向の振動の周波数、＝角速度 $\Omega_Y$ により生じるコリオリ力によるZ軸方向の振動の周波数）は、加速度 $\alpha_Y$ 、 $\alpha_Z$ の周波数に比べ十分に大きな値に設定されるため、例えばローパスフィルタ（LPF）の設置により、加速度成分のみを容易に抽出することができる。

【0043】また、同様の理由から、例えばハイパスフィルタ（HPF）の設置により、加速度成分を除去した後、残った成分をX軸方向の加振周波数で同期検波することにより、角速度成分を容易に得ることができる。

【0044】以上述べたように、物理量検出センサ1Aでは、素子3により、Y軸回りの角速度および加速度と、Z軸回りの角速度および加速度の合計4種の物理量を検出することができる。

【0045】この場合、物理量検出センサ1Aでは、いずれの軸方向に関しても、コリオリ力同士や、加振した振動とコリオリ力が重畳することではなく、よって、各物理量を高精度で検出することができる。

【0046】また、このような1つの素子3で複数の物理量を検出することができるので、センサの構造が簡易であり、部品点数が少なく、小型化に寄与する。

【0047】なお、本発明の物理量検出センサは、3軸方向の加速度および3軸回りの角速度のうちの少なくとも2つ物理量を検出することができるものであるのが好ましく、その組み合わせは、前述した第1実施形態のものに限定されない。この場合、素子の周囲に設置される各軸方向の検出電極は、検出する物理量の種類に応じて、適宜配置される。例えば、物理量検出センサ1Aにおいて、さらにX方向の加速度を検出し得るようにする場合には、質量部31の図1中上下方向の両側部に、質量部31のX軸方向の変位を静電容量の変化として検出するY軸方向検出電極42と同様の櫛形のX軸方向検出電極を設置すればよい。

【0048】また、質量部31を加振する方法は、前記第1実施形態で挙げた静電引力に基づくものの他、例えば、圧電効果、電磁力等を用いたものでもよい。

【0049】また、質量部31の各方向の変位の検出は、前記第1実施形態で挙げた静電容量の変化に基づくものの他、例えば、ピエゾ抵抗効果、圧電効果等を用いたものでもよい。

【0050】図3は、本発明の物理量検出センサの第2実施形態の構造および動作を示す図、図4は、本発明の物理量検出センサの第3実施形態の構造および動作を示す図、図5は、本発明の物理量検出センサの第4実施形態の構造および動作を示す図、図6は、本発明の物理量検出センサの第5実施形態の構造および動作を示す図、図7は、本発明の物理量検出センサの第6実施形態の構造および動作を示す図、図8は、本発明の物理量検出センサの第7実施形態の構造および動作を示す図、図9は、本発明の物理量検出センサの第8実施形態の構造および動作を示す図、図10は、本発明の物理量検出センサの第9実施形態の構造および動作を示す図、図11は、本発明の物理量検出センサの第10実施形態の構造および動作を示す図、図12は、本発明の物理量検出センサの第11実施形態の構造および動作を示す図、図13は、本発明の物理量検出センサの第12実施形態の構造および動作を示す図、図14は、本発明の物理量検出センサの第13実施形態の構造および動作を示す図である。これらの各図中で、上段は質量部のX軸方向の変位の状態、中段は質量部のY軸方向の変位の状態、下段は質量部のZ軸方向変位の状態をそれぞれ点線で表わしている。なお、これらの各図中では、前記基板、ケース、質量部に形成される櫛形電極、駆動電極および各検出電極の記載は省略されている。

【0051】以下、これらの図に基づき、本発明の物理量検出センサの第2～13実施形態について、前記第1実施形態との相違点を中心に説明する。なお、これらの各実施形態では、いずれも、支持部材は、前記第1実施形態と同様に、質量部と固定部とを結ぶ最短距離を迂回するような形状をなしている。これにより、質量部の3軸方向の変位を容易に可能とし、かつその応答性が良好となる。

【0052】図3に示す物理量検出センサ1Bは、素子3bの質量部31bの4つの角部にある支持部材32bが、それぞれ、一对のL字状をなす棒状部材を組み合わせて四角形としたものである。すなわち、固定部33bと質量部31bの角部とを2つのL字状の梁（棒状部材）で支持した構成となっている。

【0053】この構成によれば、支持部材32bの剛性（バネ性）が高まり、質量部31bのZ軸回りの回転（ねじれ）を有効に防止することができる。

【0054】図4に示す物理量検出センサ1Cは、4つの固定部33cが、それぞれ、素子3cの質量部31cの各辺に対向した位置にあり、該固定部33cと質量部31cの4つの角部とをそれぞれ一对のL字状をなす棒状の支持部材32cで連結した構成となっている。

【0055】この構成によれば、質量部31cのZ軸回りの回転（ねじれ）を有効に防止できるとともに、質量部31cの4つの角部付近のスペースを例えば処理回路の搭載部等に有効利用することができる。

【0056】図5に示す物理量検出センサ1Dは、4つの固定部33dが、それぞれ、素子3dの質量部31dの各辺に対向した位置にあり、該固定部33dと質量部31dの4つの辺の中央部とを支持部材32dで連結した構成となっている。この場合、支持部材32dは、四角形とその一辺（または対向する一对の辺のそれぞれ）から延長された延長部321dとを一体化した形状である。

【0057】この構成によれば、支持部材32dの実質的長さが長くなり、狭い面積で質量部31dの3軸方向の変位量を多くとること（拡大すること）ができる。また、前記物理量検出センサ1Cと同様に、質量部31dの4つの角部付近のスペースを例えば処理回路の搭載部等に有効利用することができるという利点もある。

【0058】図6に示す物理量検出センサ1Eは、4つの固定部33eが、それぞれ、素子3eの質量部31eの各辺に対向した位置にあり、該固定部33eと質量部31eの4つの辺とを網目状（ハニカム状）の支持部材32eで連結した構成となっている。

【0059】この構成によれば、質量部31eの変位に際し、支持部材32eの変形は、その網目毎の小さな変形を加算することとなるので、応力集中がなく、支持部材32eの強度、耐久性の向上が図れる。従って、例えば瞬間的に大きな力が作用した場合でも、支持部材32

eの破損を防止することができる。

【0060】なお、支持部材32eの網目の形状は、図示のような格子状のものに限定されず、変形可能なものであれば、いかなるものでもよい。

【0061】図7に示す物理量検出センサ1Fは、素子3fの質量部31fが円形をなし、その外周部にリング状の固定部33fを有し、質量部31fの外周と固定部33fとを網目状（ハニカム状）の支持部材32fで連結した構成となっている。

【0062】この構成によれば、網目構造としたことによる前記物理量検出センサ1Eと同様の効果を有するとともに、質量部31fが円形であり、またその全周を支持しているため、支持のバランスがより優れている。

【0063】なお、質量部31fと固定部33fとを逆に設置すること、すなわち、リング状の質量部の中心部に固定部を設け、これらを同様の支持部材で支持する構成とすることもできる。

【0064】また、支持部材32fの網目の形状は、図示のような格子状のものに限定されず、変形可能なものであれば、いかなるものでもよい。

【0065】図8に示す物理量検出センサ1Gは、素子3gの質量部31gが円形をなし、その外周部に4つの固定部33gを有し、質量部31gの外周と各固定部33gとを網目状（ハニカム状）の支持部材32gで連結した構成となっている。

【0066】この構成によれば、前記物理量検出センサ1Fと同様の効果を有するとともに、質量部31gの変位に伴う支持部材32gの変形の際に、支持部材32gがX軸方向およびY軸方向に逃げる（移動すること）ができるので、質量部31gの変位量を拡大することができ、検出精度が高まる。

【0067】なお、支持部材32gの網目の形状は、図示のような格子状のものに限定されず、変形可能なものであれば、いかなるものでもよい。

【0068】図9に示す物理量検出センサ1Hは、素子3hの質量部31hが円形をなし、その外周部に4つの固定部33hを有し、質量部31hの外周4箇所と各固定部33hとをリング状（円環状または楕円環状）の支持部材32hで連結した構成となっている。

【0069】この構成によれば、支持部材32hに角部がないので、該角部への応力集中が防止または緩和され、よって、支持部材32hの強度および耐久性を高めることができる。また、支持部材32hのバネ性も向上することができる。

【0070】図10に示す物理量検出センサ1Iは、素子3iの質量部31iがリング状（円環状または楕円環状）をなし、その中心部に固定部33iを有し、質量部31iの内周4箇所と固定部33iとをリング状（円環状または楕円環状）の支持部材32iで連結した構成となっている。

【0071】この構成によれば、前記物理量検出センサ1Hと同様の効果を有するとともに、質量部31iの周辺に固定部33iが存在しないので、駆動電極、検出電極等の設置の自由度が高いという利点がある。

【0072】図11に示す物理量検出センサ1Jは、素子3jの質量部31jが円形をなし、その外周部に4つの固定部33jを有し、質量部31jの外周4箇所と各固定部33jとを前記支持部材32dと同様の形状の支持部材32jで連結した構造となっている。

【0073】この構成によれば、質量部31jを円形としたことによる前記物理量検出センサ1Fと同様の効果を有するとともに、前記物理量検出センサ1Dと同様に、狭い面積で質量部31jの3軸方向の変位量を拡大することができる。

【0074】図12に示す物理量検出センサ1Kは、素子3kの質量部31kが円形をなし、その外周部に4つの固定部33kを有し、質量部31kの外周4箇所と各固定部33kとをT字状（L字状部分を含む）の支持部材32kで連結した構造となっている。この場合、1つの支持部材32kは、隣接する2つの固定部33kのそれぞれに連結されている。

【0075】この構成によれば、質量部31kを円形としたことによる前記物理量検出センサ1Fと同様の効果を有するとともに、支持部材32kの実質的長さが長くなり、狭い面積で質量部31kの3軸方向の変位量を拡大することができる。また、支持部材32kのバネ性も優れている。

【0076】図13に示す物理量検出センサ1Mは、素子3mの質量部31mが四角形（円形等でもよい）をなし、その外周部に4つの固定部33mを有し、各固定部33mと質量部31mの対向する一対の辺のそれぞれとをループ状（2つのL字状部分を連結した形状）の支持部材32mで連結した構造となっている。

【0077】この構成によれば、支持部材32mの実質的長さが長くなり、狭い面積で質量部31mの3軸方向の変位量を拡大することができる。

【0078】図14に示す物理量検出センサ1Nは、素子3nの質量部31nが四角形の枠状（円環状、楕円環状等でもよい）をなし、その中心部に固定部33nを有し、質量部31nの内周4箇所と固定部33nとを支持部材32nで連結した構造となっている。

【0079】支持部材32nは、Y軸方向に延びる第1支持部材321nと、X軸方向に延びる第2支持部材322nと、これらを接続する中継部材323nとで構成されている。そして、質量部31nがX軸方向に変位した際には、主に、第1支持部材321nが変形し、質量部31nがY軸方向に変位した際には、主に第2支持部材322nが変形する。また、質量部31nがZ軸方向に変位した際には、第1支持部材321n、第2支持部材322n共に変形する。

【0080】この構成によれば、質量部31nの周辺に固定部33nが存在しないので、駆動電極、検出電極等の設置の自由度が高いという利点があるとともに、質量部31nのX軸方向の変位とY軸方向の変位とをそれぞれ別の部位（第1支持部材321nと第2支持部材322n）で担うので、それらの干渉をより有効に防止することができ、検出精度の向上に寄与する。

【0081】なお、物理量検出センサ1Nの変形例として、支持部材は、質量部の3軸方向の変位（X軸方向、Y軸方向およびZ軸方向の変位）をそれぞれ別の部位で担うような構成とすることもできる。

【0082】以上、本発明の物理量検出センサを図示の各実施形態に基づいて説明したが、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0083】特に、質量部、固定部および支持部材の形状、構造、個数、配置パターン等の条件は、図示以外の任意の構成のものが可能である。

【0084】以上のような本発明の物理量検出センサは、バルクドサーフェイス等のマイクロマシニング技術を用いても、実現できる。

【0085】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、簡易な構造、少ない部品点数で、加速度、角速度またはその双方を検出、特に、3軸方向の加速度および3軸回りの角速度のうちの少なくとも2つを検出し得る物理量検出センサを提供することができる。

【0086】そのため、小型化が可能であり、特に、設置空間を広くとらず、周辺に配置される電極の電極面積等を大きくすることができるので、感度の高い検出が可能となり、検出精度の向上が図れる。

【0087】また、マイクロマシニング技術等を用いて、大量生産が可能であり、低コスト化が図れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の物理量検出センサの第1実施形態を示す平面図である。

【図2】本発明の物理量検出センサの第1実施形態を示す側面図である。

【図3】本発明の物理量検出センサの第2実施形態の構造および動作を示す図である。

【図4】本発明の物理量検出センサの第3実施形態の構造および動作を示す図である。

【図5】本発明の物理量検出センサの第4実施形態の構造および動作を示す図である。

【図6】本発明の物理量検出センサの第5実施形態の構造および動作を示す図である。

【図7】本発明の物理量検出センサの第6実施形態の構造および動作を示す図である。

【図8】本発明の物理量検出センサの第7実施形態の構造および動作を示す図である。

【図9】本発明の物理量検出センサの第8実施形態の構



造および動作を示す図である。

【図10】本発明の物理量検出センサの第9実施形態の構造および動作を示す図である。

【図11】本発明の物理量検出センサの第10実施形態の構造および動作を示す図である。

【図12】本発明の物理量検出センサの第11実施形態の構造および動作を示す図である。

【図13】本発明の物理量検出センサの第12実施形態の構造および動作を示す図である。

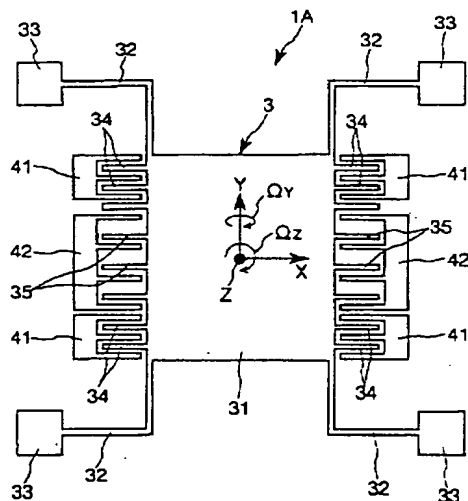
【図14】本発明の物理量検出センサの第13実施形態の構造および動作を示す図である。

【符号の説明】

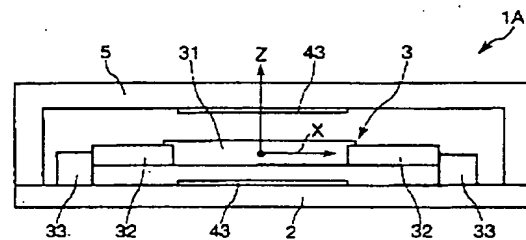
1A～1K、1M、1N 物理量検出センサ  
2 基板  
3 素子  
31 質量部

31b～31k、31m、31n 質量部  
32 支持部材  
32b～32k、32m、32n 支持部材  
321d 延長部  
321n 第1支持部材  
322n 第2支持部材  
323n 中継部材  
33 固定部  
33b～33k、33m、33n 固定部  
34 櫛形電極  
35 櫛形電極  
41 駆動電極  
42 Y軸方向検出電極  
43 Z軸方向検出電極  
5 ケース

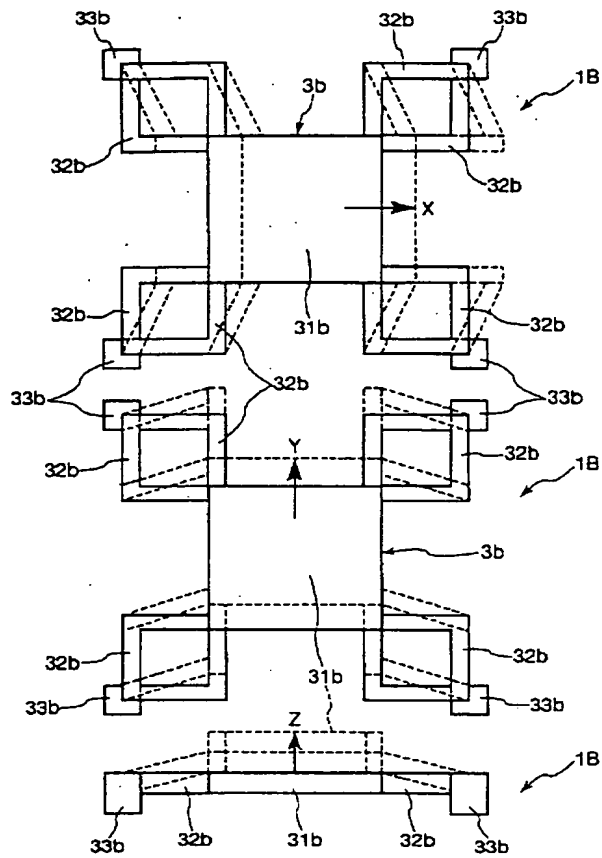
【図1】



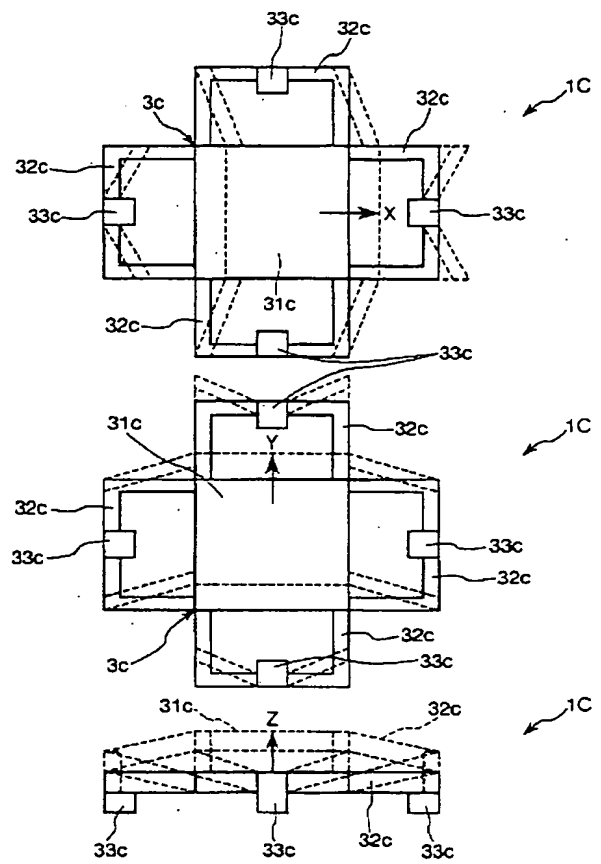
【図2】



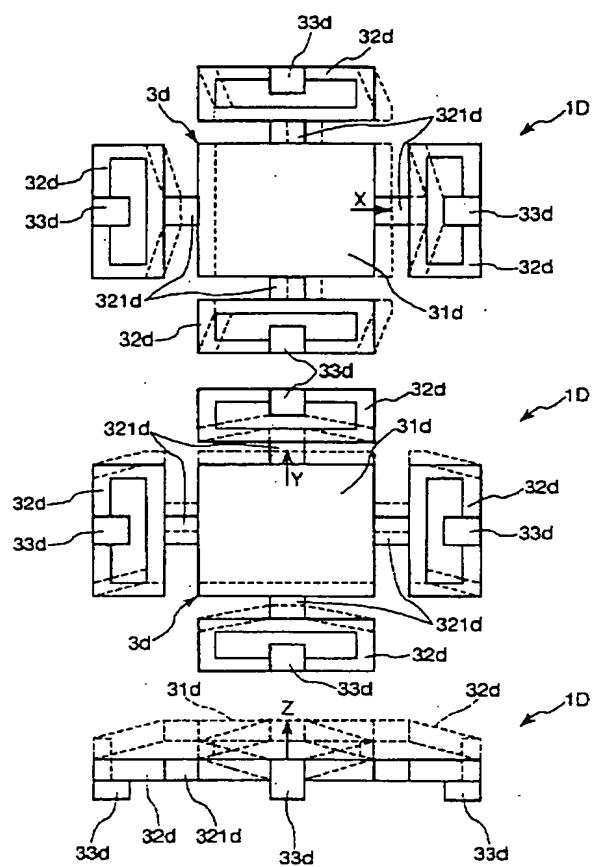
【図3】



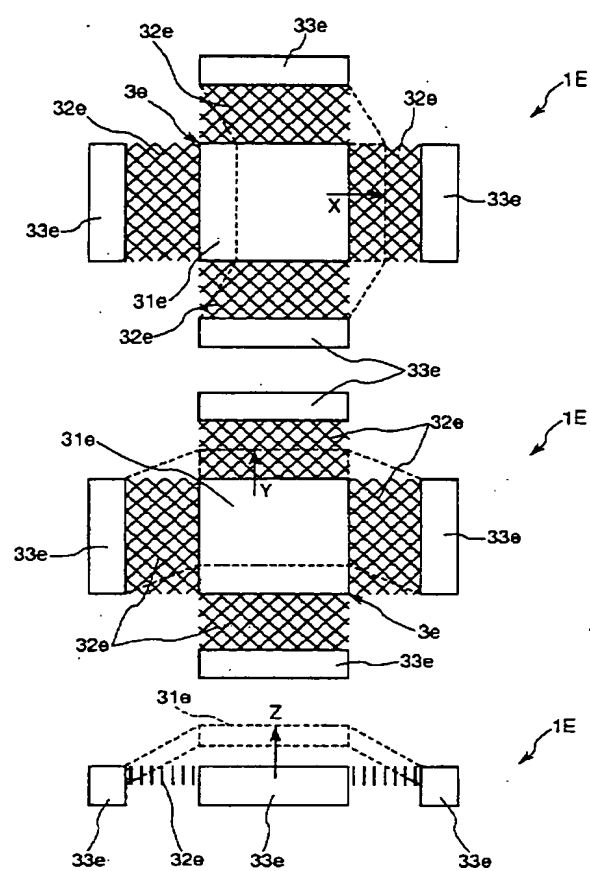
【図4】



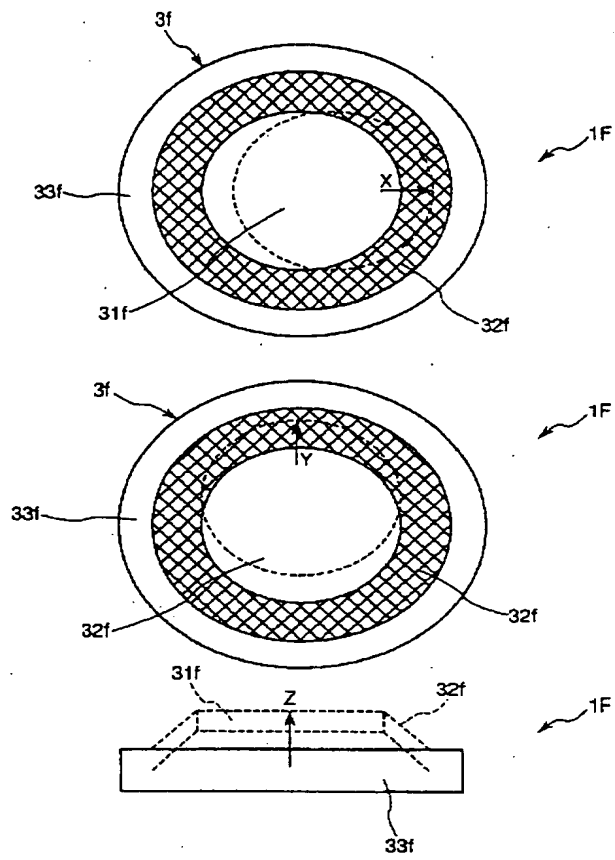
【図5】



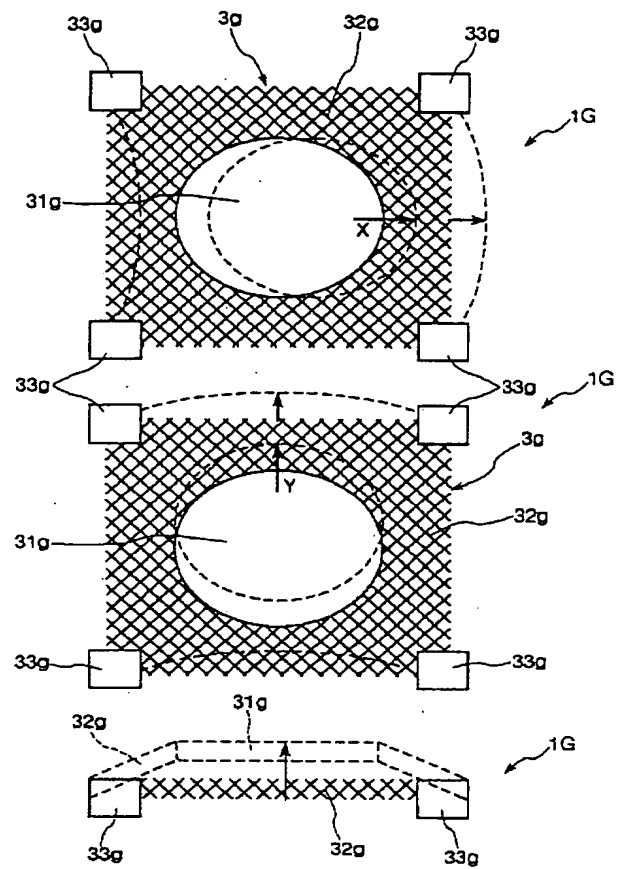
【図6】



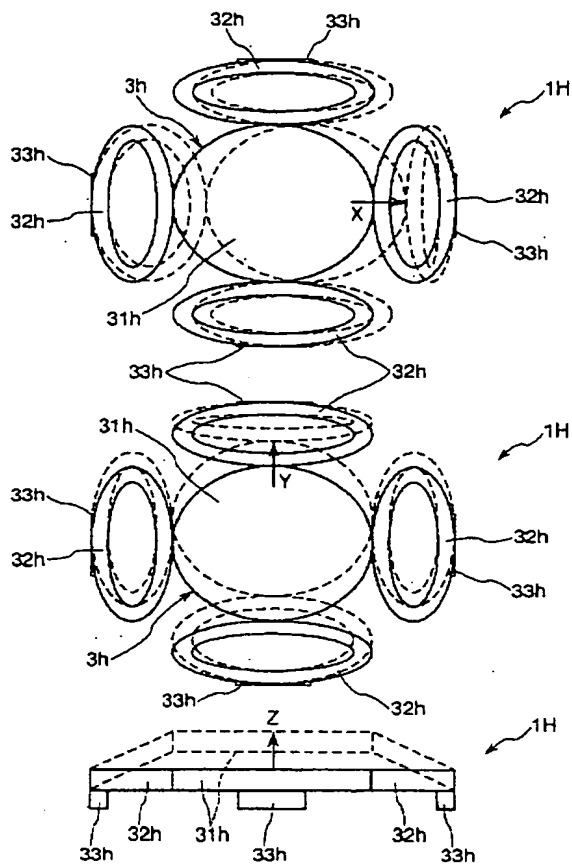
【図 7】



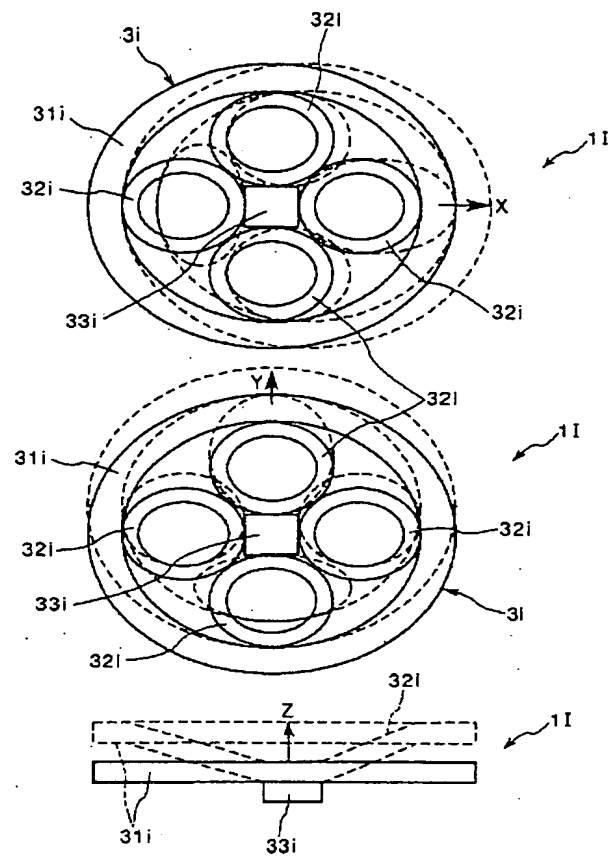
【図 8】



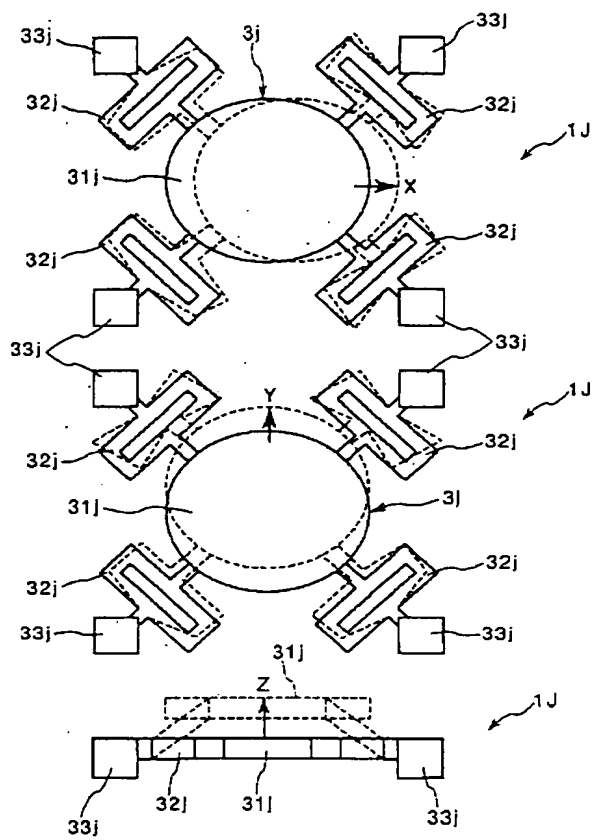
【図9】



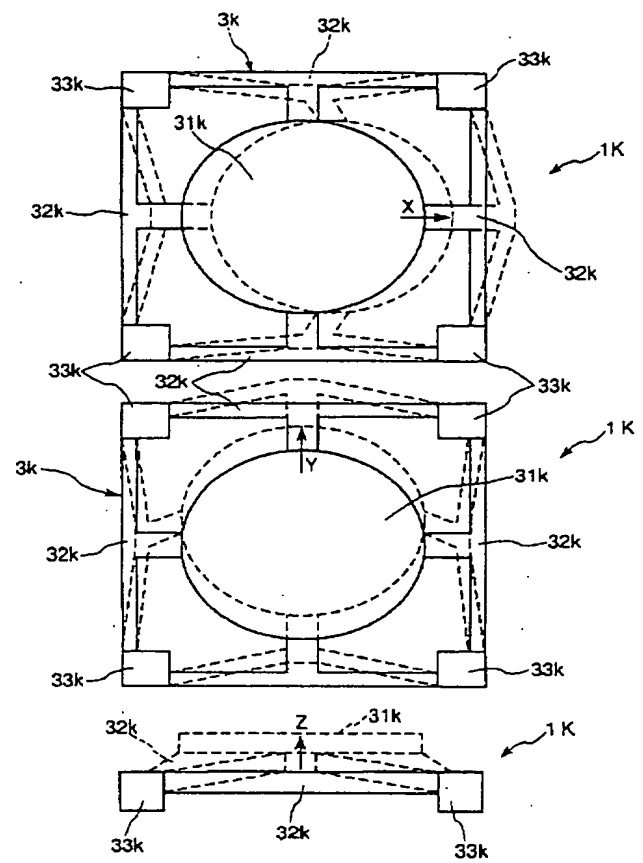
【図10】



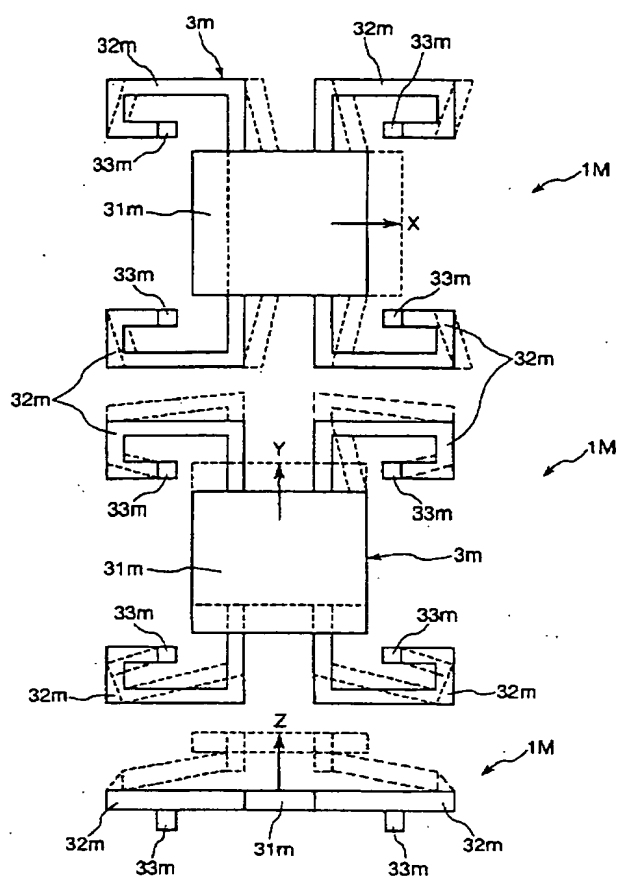
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

